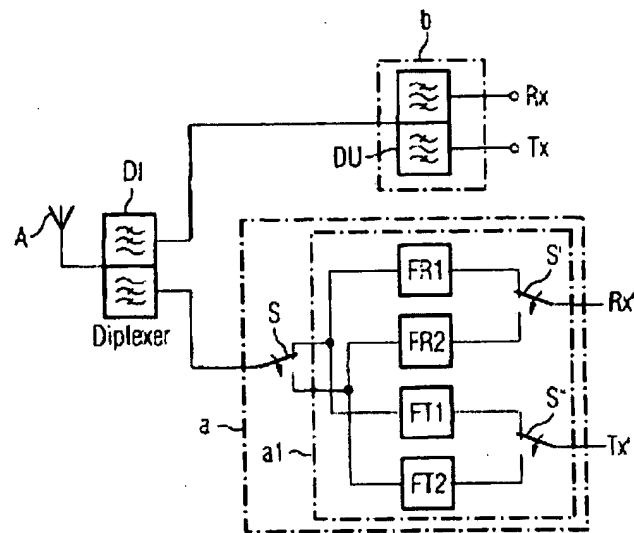


<b>Patent number:</b>	DE10054968
<b>Publication date:</b>	2002-05-08
<b>Inventor:</b>	HAGN PETER (DE)
<b>Applicant:</b>	EPCOS AG (DE)
<b>Classification:</b>	
- international:	H04B1/40; H03H9/64
- european:	H03H9/70; H04B1/40C4
<b>Application number:</b>	DE20001054968 20001106
<b>Priority number(s):</b>	DE20001054968 20001106

## Abstract of DE10054968

A front end circuit for a communications terminal is designed for a first and second wireless communications system. Each communication system is provided with different filters as input- and output-filters for the transmission and receiving band (Tx,Rx). A duplexer (DU) is provided for separating the first transmission- (Tx) and first reception- (Rx) band of the first communication system. At least one of the input- and output-filters of the first communication system is designed as a split filter, with at least two adjacent frequency part bands.



<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=DE10054968&F=0>



E5

DE 100 54 968 A 1

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 54 968 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 04 B 1/40**  
H 03 H 9/64

21 Aktenzeichen: 100 54 968.3  
22 Anmeldetag: 6. 11. 2000  
43 Offenlegungstag: 8. 5. 2002

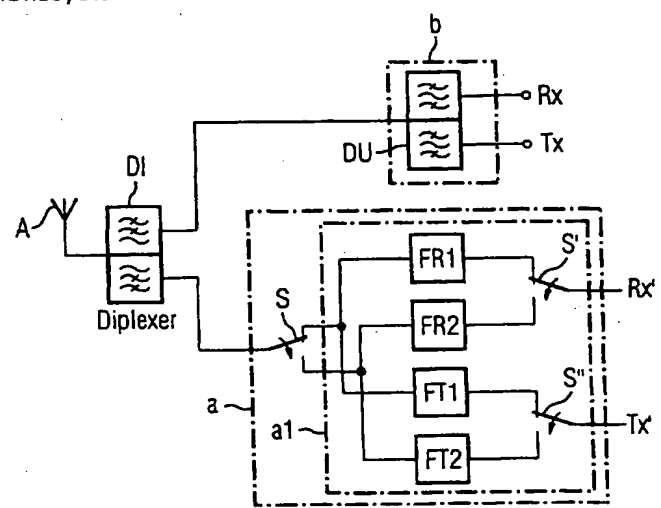
71 Anmelder:  
EPCOS AG, 81669 München, DE  
  
74 Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

72 Erfinder:  
Hagn, Peter, 85464 Finsing, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Frontend-Schaltung mit Duplexer für ein Kommunikationssystem

57 Es wird eine Frontend-Schaltung für ein Kommunikationsendgerät mit Multiband/Multimode-Anwendungen vorgeschlagen, welches einen auf einen geringen Duplexerabstand optimierten Duplexer umfaßt. Die Schaltung ist zur Kombination mit zumindest einem weiteren Kommunikationssystem geeignet und erlaubt unterschiedliche Betriebsverfahren.



DE 100 54 968 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

[0001] Die meisten drahtlosen Kommunikationssysteme, insbesondere Mobilfunksysteme, erlauben sowohl Sende- wie auch Empfangsbetrieb. Dieses auch als Duplexing bezeichnete Umschalten zwischen Sende- und Empfangsbetrieb kann in unterschiedlichen Modi erfolgen, beispielsweise im TDD-Modus (time domain duplexing), bei dem die Kommunikationsverbindung in kleine Zeitschlitzte eingeteilt ist, die für Senden bzw. Empfangen reserviert sind. Möglich ist es auch, im FDD-Betrieb (= frequency domain duplexing) für Senden und Empfangen unterschiedliche Frequenzbänder vorzusehen, die aus der Sicht des Kommunikationsteilnehmers als Sende- und Empfangsband dienen. Gemischte FDD/TDD Systeme senden und empfangen sowohl in unterschiedlichen Frequenzbändern als auch in unterschiedlichen Zeitschlitzten.

[0002] Im Kommunikationsendgerät, insbesondere im Mobilfunkgerät (Handy) wird zum Senden und Empfangen üblicherweise eine gemeinsame Antenne benutzt. Zum Trennen der Sende- und Empfangssignale ist daher im Allgemeinen ein Duplexer notwendig, der zwischen Antenne und Sende- und Empfangspfade geschaltet ist. Ein solcher besteht im Wesentlichen aus zwei passiv miteinander verschalteten Filtern. Ein erstes Filter ist im Rx-Pfad (Empfangspfad) zwischen Antenne und dem nachfolgenden Empfangsverstärker LNA (= low noise amplifier), ein zweites Filter im Tx-Pfad (Sendepfad) zwischen dem Sendeverstärker PA (= power amplifier) und der Antenne vorgesehen.

[0003] Um gleichzeitig senden und empfangen zu können, muß im Kommunikationsendgerät jedes der beiden Filter das im jeweils anderen Frequenzband gelegene Signal ausreichend unterdrücken können. Typische Werte dafür, die in solchen drahtlosen Kommunikationssystemen gefordert werden, liegen beispielsweise für das Rx-Filter zur Unterdrückung des Tx-Bandes im Bereich von 50 dB und mehr. Gleichzeitig dürfen die Signale beim Durchgang durch das Filter im jeweiligen Frequenzband nur minimale Verluste erfahren, das Filter muß also eine niedrige Einfügedämpfung aufweisen. Ein typischer Wert für eine maximal tolerierbare Dämpfung des Tx-Bandes im Tx-Filter ist beispielsweise 2 dB oder besser.

[0004] Bekannte Duplexer, die diese hohen Anforderungen an die Bandtrennung bzw. Sperrbereichsunterdrückung erfüllen und dabei gleichzeitig eine niedrige Einfügedämpfung besitzen, sind beispielsweise aus Mikrowellenkeramikfiltern (MWK) aufgebaut. Bei ausreichendem Bandabstand von Tx- und Rx-Band können auch andere Filtertechnologien, beispielsweise Oberflächenwellenfilter (OFW) oder FBAR-Filter verwendet werden. Liegen jedoch Tx- und Rx-Bänder sehr nahe beieinander, so ist es schwierig, alle Anforderungen gleichzeitig mit einer einzigen Filtertechnologie zu erfüllen. Beispielsweise in den amerikanischen CDMA/TDMA-1900-Systemen (gemäß IS-95 bzw. IS-136), bei denen das Sende- und Empfangsband jeweils 60 MHz breit sind, und bei dem ein Duplexabstand (= konstanter Abstand zwischen Sende- und Empfangssignal) von 80 MHz vorgesehen ist. Bei der genannten Bandbreite bleibt zwischen den beiden Bändern nur ein Abstand von 20 MHz, was beim genannten Frequenzband (1900 MHz) ca. 10.000 ppm entspricht. Dies bedeutet, daß das jeweilige Filter, das im Durchlaßbereich beispielsweise 2 dB Dämpfung aufweist, innerhalb von nur 20 MHz in den Sperrbereich übergehen muß, in dem beispielsweise die genannten 50 dB Dämpfung gefordert sind. Dies erfordert ein Übertragungsverhalten, das im Übergang vom Durchlaßbereich (Passband) ins Stopband steile Flanken aufweist. Da für mobile Kommunikationsendgeräte außerdem noch unterschiedliche

Außentemperaturen und damit die temperaturabhängige Frequenzdrift des Filters sowie Fertigungstoleranzen zu berücksichtigen sind, war es bislang unmöglich, einen solchen Duplexer nur auf der Basis von OFW-Filtertechnik aufzubauen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, für ein Kommunikationssystem eine Frontend-Schaltung mit einem Duplexer anzugeben, die mit einfacheren Filtern zu verwirklichen ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Frontend-Schaltung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0007] Die Erfindung schlägt vor, zumindest ein Band des Duplexers, das Rx- oder das Tx-Band, mit Hilfe einer Anzahl  $n$  schmalbandiger, nur Frequenzbereiche des jeweiligen Bandes abdeckender Filter auszuführen und diesen Duplexer mit zumindest einem weiteren Filter zu erweitern, so daß es möglich ist, die Frontend-Schaltung zum Senden und Empfangen in zumindest einem weiteren Kommunikationssystem zu nutzen. Die Anzahl  $n$  ist dabei größer gleich 2, vorzugsweise kleiner gleich 5.

[0008] Durch das Aufsplitten zumindest eines Filters des Duplexer in  $n$  Teilfilter ist es möglich, schmalbandige Filter mit geringerer Flankensteilheit zu verwenden, als dies für einen nur jeweils ein Filter pro Band aufweisenden Duplexer möglich ist. Als weiterer Vorteil ist zu nennen, daß ein schmalbandigeres Filter einfacher zu verwirklichen ist. Dies ermöglicht es, für die Teilfilter und damit für den gesamten Duplexer auch bisher nicht anwendbare Filtertechniken einzusetzen, die Teilfilter mit geringerem Fertigungsaufwand und damit kostengünstiger, oder mit verbesserten Eigenschaften des Durchlaßbereichs, beispielsweise einer niedrigeren Einfügedämpfung oder einem geringeren Passband-Ripple herzustellen. Gegenüber einem herkömmlichen Duplexer gewinnt man bei der Aufspaltung eines Bandes in  $n$  Frequenzbereiche bzw.  $n$  Teilfilter an Bandabstand. Der Gewinn entspricht dem  $n$ -ten Teil der Bandbreite des Sende- bzw. Empfangsbandes. Wird bei einem Duplexer für das genannte CDMA-1900 System beispielsweise das Sendeband mit zwei Teilfiltern abgedeckt, so erhält man statt des bisherigen Bandabstandes von 20 MHz nun einen Abstand von 50 MHz, innerhalb dem das Filter vom Passband in den Sperrbereich übergehen muß.

[0009] Gleichzeitig sind in der erfindungsgemäßen Frontend-Schaltung Komponenten für zumindest ein weiteres Kommunikationssystem enthalten, welches ein reines TDD-, ein reines FDD- oder ein gemischtes TDD/FDD-System ist. Die erfindungsgemäße Frontend-Schaltung ist daher für einen Multimode-Betrieb geeignet. Sie kann zwischen unterschiedlichen Kommunikationssystemen mit unterschiedlichem Zugriffsverfahren umschalten, und ist beispielsweise auch für 3G-Endgeräte (Mobilfunk der 3. Generation, z. B. UMTS) geeignet.

[0010] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, die Komponenten für das zweite Kommunikationssystem über einen zwischen den Komponenten und der Antenne angeordneten Schalter abzutrennen. Dies ist immer dann von Vorteil, wenn der Frequenzbereich, in dem das zweite Kommunikationssystem sendet und empfängt, nahe einem Rx- oder Tx-Band des ersten Kommunikationssystems liegt, oder wenn die Frequenzbänder sogar identisch sind. Sofern das zweite Kommunikationssystem frequenzmäßig deutlich vom ersten Kommunikationssystem entfernt ist, typischerweise eine Oktave (1- und 2-GHz-Bereich), kann zwischen den Komponenten der beiden Systeme und der Antenne ein Duplexer angeordnet sein, der die Signale passiv trennt.

[0011] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Frontend-Schaltung um die Komponenten für ein drittes Kommunikationssystem erweitert. Dabei ist es möglich, für ein Paar von in benachbarten oder identischen Frequenzbereichen arbeitenden Kommunikationssystemen einzelne oder mehrere Filter gemeinsam zu nutzen. Insbesondere ist es vorteilhaft, ein Tiefpassfilter LPF (low pass filter) als gemeinsames Filter für zwei benachbarte Sendebänder zu verwenden.

[0012] Die Komponenten für eine erfindungsgemäße Frontend-Schaltung können einzeln auf jeweils einer Platine angeordnet sein.

[0013] Möglich ist es auch, einige der Komponenten zu Teilmodulen auf einem gemeinsamen Substrat anzuordnen. Möglich ist es auch, ein gemeinsames Substrat zu verwenden, auf dem die einzelnen Komponenten und gegebenenfalls die Teilmodule integriert sind. Das gemeinsame Substrat kann dabei aus FR4-Material oder einer LTCC-Keramik bestehen, oder ein Substrat auf Polymer/Polyamidbasis sein. Die Filter können in verschiedenen Filtertechniken ausgeführt sein, insbesondere in OFW-Technik, FBAR-Technik, MWK-Technik oder einer beliebigen anderen HF-Filtertechnik. Für Bandpassfilter, die z.B. als Sendefilter (Teil) eingesetzt werden können, ist die OFW-Technik bevorzugt.

[0014] Die Filter und die aktiven Bauelemente können auf dem jeweiligen ggf. gemeinsamen Substrat gehäust als SMD-Elemente aufgelötet sein. Bei einem Keramiksubstrat können sie in Vertiefungen der Keramik als Bare Die in Flipchip-Technik bzw. mit Bonddrahtverbindungen eingelassen sein. Auch eine Flipchip-Montage an der Oberfläche des Substrats ist für die Filter und die aktiven Bauelemente möglich.

[0015] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen 10 schematischen Figuren näher erläutert.

[0016] Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Anordnung von Sende- und Empfangsbändern für ein bekanntes Kommunikationssystem.

[0017] Fig. 2 zeigt eine geforderte Filtercharakteristik für ein bekanntes Kommunikationssystem.

[0018] Fig. 3 zeigt die Anordnung der Frequenzteilbereiche bei einem gesplitteten Duplexer.

[0019] Fig. 4 bis 6 zeigen komplette Frontend-Schaltungen zum Betrieb des erfindungsgemäßen Duplexers.

[0020] Fig. 7 zeigt eine Frontend-Schaltung mit einem gesplitteten Duplexer und Komponenten für das zweite Kommunikationssystem.

[0021] Fig. 8 zeigt eine Frontend-Schaltung für maximal 4 Kommunikationssysteme.

[0022] Fig. 9 zeigt eine konkrete Ausgestaltung für ein erfindungsgemäßes Duplexer-Teilsystem.

[0023] Fig. 10 zeigt ein erfindungsgemäßes Sub-System mit einem Transformationselement zur Tx-/Rx-Entkopplung.

[0024] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung Anordnung und Lage von Sendeband Tx und Empfangsband Rx des amerikanischen CDMA-1900 Systems. Das Sendeband Tx reicht von 1850 bis 1910 MHz und ist somit 60 MHz breit. Das Empfangsband Rx reicht von 1930 bis 1990 MHz und hat dieselbe Bandbreite. Vom Kommunikationsendgerät aus gesehen nutzt eine Kommunikationsverbindung beispielsweise die Frequenz  $f_{xT}$  zum Senden und die Frequenz  $f_{xR}$  zum Empfangen. Der Duplexerabstand DA ist der Abstand zwischen  $f_{xT}$  und  $f_{xR}$  und beträgt für das genannte CDMA-1900 System 80 MHz. Für eine einzelne Kommunikationsverbindung innerhalb dieses Systems sind alle Frequenzpaare mit dem Duplexerabstand 80 MHz geeignet.

Der Abstand BA zwischen Sendeband Tx und Empfangsband Rx beträgt 20 MHz.

[0025] Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung die dafür erforderliche Bandbreite sowie eine beispielhafte Durchlaßkurve eines dafür geeigneten Tx-Filters. Entscheidend für die Filterqualität ist insbesondere die Einfügedämpfung ED, also die maximale Dämpfung im Durchlaßbereich, bzw. der Abstand der gestrichelten Nulllinie für null Dämpfung bis zur Durchlaßkurve. Üblicherweise ist der Durchlaßbereich breiter als der geforderte Frequenzbereich des jeweiligen Bandes, da die Flanken eines Filters im Durchlaßbereich nicht vertikal eingestellt werden können. Für das dargestellte Sendefilter ist die rechte Flanke  $f_{re}$  entscheidend, die das Passband zum benachbarten Frequenzbereich des Empfangsbandes Rx abgrenzt. Diese muß steil genug sein, damit das Sendefilter im Bereich des Empfangsbandes Rx eine ausreichend niedrige Empfindlichkeit bzw. eine ausreichend hohe Sperrbereichsunterdrückung SU aufweist. Für ein entsprechendes Eingangsfilter wäre die linke Flanke des Durchlaßbereichs entscheidend, die das Empfangsband Rx hin zum Sendeband Tx abgrenzt. Neben der dargestellten Anordnung ist es auch möglich, die Frequenzlage von Sendeband Tx und von Empfangsband Rx zu vertauschen, wobei auch die entsprechenden steil einzustellenden Flanken der jeweiligen Filter zu vertauschen sind.

[0026] Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Aufteilung von Sende- und Empfangsbereich Tx, Rx in jeweils zwei Frequenzteilbereiche von hier identischer Bandbreite. Jeweils einem Frequenzteilbereich Tx1, Tx2 des Sendebandes ist dabei ein Frequenzteilbereich Rx1 bzw. Rx2 des Empfangsbandes so zugeordnet, daß der Duplexerabstand DA eingehalten werden kann. In der Figur sind außerdem für eine konkrete beispielhafte Kommunikationsverbindung die Sendefrequenz  $f_{xT}$  und die Empfangsfrequenz  $f_{xR}$  eingezeichnet, die zueinander den Duplexerabstand DA von beispielsweise 80 MHz aufweisen. Während der Abstand BA zwischen Sende- und Empfangsband bei bekannten Duplexern dem Abstand  $f_{1R}$  minus  $f_{1T}$  entspricht, beträgt er bei wie im Ausführungsbeispiel gesplitteten Sende- bzw. Empfangsbändern  $f_{1R}$  minus  $f_{2T}$  =  $f_{2R}$  minus  $f_{3T}$  = 50 MHz für das genannte CDMA-System als Ausführungsbeispiel. Möglich ist es auch, die Frequenzteilbereiche zur Aufspaltung der Teilbänder Tx und Rx mit unterschiedlicher Bandbreite auszuführen. Bevorzugt ist es aber, Filter mit gleicher Bandbreite zu verwenden bzw. eine Aufspaltung in gleich breite Frequenzteilbereiche vorzusehen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Bänder in drei oder mehr Frequenzteilbereiche aufzuteilen, wobei für jeden Frequenzteilbereich ein eigenes Teilfilter vorgesehen ist. Möglich ist es auch, die Bandbreiten für die Frequenzteilbereiche im Sendeband und im Empfangsband unterschiedlich zu gestalten.

[0027] Fig. 4 zeigt in schematischer Darstellung einen aus vier Teilfiltern FR1, FR2, FT1 und FT2 bestehenden Duplexer samt seiner Verschaltung mit einer Antenne A, dem zugehörigen Sendepfad-PA und dem Empfangspfad-LNA. Beide Teilbänder sind hier in jeweils zwei Frequenzteilbereiche mit den dazugehörigen Filtern aufgesplittet ( $n = 2$ ). Jeweils ein Sendeteilfilter und ein Empfangsteilfilter bilden zusammen ein Teilfilterpaar, das den geforderten Duplexerabstand einhalten kann. Zwischen der Antenne A und dem aus vier Teilfiltern bestehenden Duplexer ist ein Schalter S angeordnet, der zwischen den hier zwei Teilfilterpaaren FT1/FR1 und FT2/FR2 umschalten kann. Ein weiterer Schalter S' verbindet die Bauelemente des Empfangspfades mit den Eingangsfiltern und kann zwischen den Teilfiltern des Empfangsfilters umschalten. Entsprechend schaltet der Schalter S' zwischen den verschiedenen Sende- oder Aus-

gangsfiltern FT1 und FT2, die dann wahlweise mit den Bauelementen des Sendepfad-PA verbunden werden.

[0028] Mit gestrichelter Linie ist in der Figur ein Modul M1 dargestellt, auf dem die vier Teilfilter integriert sind. Das Anpassungsnetzwerk zwischen FR1 und FT1 bzw. FR2 und FT2, welches beispielsweise aus passiven Komponenten wie Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten oder Streifenleitungen besteht (in der Figur nicht dargestellt), wird ebenso wie die Schalter S, S' und S'' sowie deren Ansteuernetzwerk außerhalb des Moduls realisiert.

[0029] Fig. 5 zeigt eine entsprechende Anordnung, bei der im Unterschied zu Fig. 4 auf einem vergrößerten Modul M2 neben den Teilfiltern zusätzlich noch das Anpassungsnetzwerk integriert ist.

[0030] Fig. 6 zeigt ein in der Integration weiter gesteigertes Modul M3, welches neben den Teilfiltern zusätzlich noch das Anpassungsnetzwerk und die Schalter S umfaßt. Möglich ist es auch, in dieses Modul M3 das Ansteuernetzwerk für die Schalter zu integrieren.

[0031] Fig. 7 zeigt eine komplette erfindungsgemäße Frontend-Schaltung, bei der das mit gestrichelter Linie eingerahmte System a dem (Teil-)Modul M3 aus Fig. 6 entspricht. Der antennenseitige Eingang des Schalters S des Teilsystems a ist über einen Duplexer DI mit der Antenne A verbunden. Der Duplexer DI ist eine passive Frequenzweiche, bestehend aus einem Hochpassfilter (in der Figur unten dargestellt) und einem Tiefpassfilter, welcher von der Antenne A kommende Signale entsprechend ihrer Zugehörigkeit zum ersten oder zweiten Kommunikationssystem a, b mit geringerer Selektionswirkung vorselektiert. Der zweite Ausgang des Duplexers DI ist mit dem System b verbunden, welches Filterkomponenten für ein zweites Kommunikationssystem umfaßt. In der Figur entspricht das System b einem Duplexer DU für ein Kommunikationssystem mit FDD-Betrieb. Der Duplexer DU besteht aus parallel verschalteten Bandpassfiltern für den Sendepfad Tx und für den Empfangspfad Rx, die so ausgelegt sind, daß sie im jeweils anderen Band eine minimale Sperrwirkung von beispielsweise 50 dB, mindestens aber 45 dB aufweisen.

[0032] Generell ist dieses Ausführungsbeispiel für alle Kombinationen von Kommunikationssystemen geeignet, bei deren Frequenzbänder ausreichend weit voneinander entfernt sind. Mit diesem Ausführungsbeispiel können Kombinationen von Kommunikationssystemen erhalten werden, die typischerweise ca. 1 Oktav auseinanderliegen, also bei 1 bzw. 2 GHz. Die Angabe 1 GHz bzw. 2 GHz ist dabei als Bereich zu sehen und umfaßt auch die benachbarten Frequenzen von z. B. 800–1100 MHz bzw. von 1800 bis 2200 MHz.

[0033] In dem in der Fig. 7 dargestellten Fall ist das System a für die höheren Frequenzen ausgelegt und daher mit dem Hochpassfilter des Duplexers DI verbunden. Möglich ist jedoch auch der umgekehrte Fall. Möglich ist es auch, das System b durch ein weiteres System a zu ersetzen, wobei dann Send- und Empfangsfilter als gesplittete und aus mehreren Teilfiltern zusammengesetzte Filter ausgebildet sind. Möglich ist es auch, zwischen Duplexer DI und Duplexer DU einen Schalter vorzusehen, der einen gemischten TDD/FDD-Betrieb ermöglicht und entsprechend dem anliegenden Zeitschlitz zwischen Senden und Empfangen bzw. den dazugehörigen Filtern umschalten kann.

[0034] Die in der Fig. 7 dargestellten Teilsysteme a und b, der Duplexer DU und die Antenne A inklusive der nicht dargestellten Anpaß- und Ansteuerelemente können als diskrete Komponenten auf einer Platine miteinander verschaltet sein. Möglich ist es auch, Kombinationen höherer Integrationsstufen auf einem gemeinsamen Substrat oder mehrere Teilmodule zu einem Gesamtmodul zu vereinigen.

[0035] Fig. 8 zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel eine nochmals erweiterte Frontend-Schaltung, bei der die Schaltung aus Fig. 7 um die Komponenten für zwei weitere Kommunikationssysteme, ein drittes und ein viertes Kommunikationssystem mit gemischtem FDD/TDD-Betrieb erweitert sind. Die Teilsysteme a und b bleiben dabei weitgehend erhalten, werden jedoch um neue Komponenten ergänzt bzw. mit anderen Komponenten verschaltet. Zwischen dem System b und dem Duplexer DI ist ein Mehrfachschalter angeordnet, der zwischen dem Duplexer DU für das zweite Kommunikationssystem und je einem Send- und Empfangsfilter für das dritte Kommunikationssystem mit gemischtem FDD/TDD-Betrieb umschalten kann. Dessen Empfangsfilter FR3 ist als Bandpassfilter ausgebildet, das Sendefilter FT3 als Tiefpassfilter. Ein solches ist für den Sendebetrieb gegenüber einem Bandpassfilter bevorzugt, da es sich mit niedrigerer Einfügedämpfung arbeiten kann und daher entweder bei gleichbleibendem Energieverbrauch eine höhere Sendeleistung oder bei gleichbleibender Sendeleistung einen geringeren Energieverbrauch und damit eine längere Betriebsdauer im Akkumulatorbetrieb ermöglicht. Die Schalterpositionen 2 und 1 des Schalters S2 sind zum Umschalten zwischen Senden und Empfangen für das dritte Kommunikationssystem vorgesehen, welches beim gemischten FDD/TDD-System in unterschiedlichen Zeitschlitzten erfolgt.

[0036] Zum Betrieb der Frontend-Schaltung im zweiten Kommunikationssystem b ist der Schalter S2 auf der Stellung 3. Die Trennung der Send- und Empfangssignale erfolgt rein passiv im Duplexer DU. Das System b kann beispielsweise zum Betrieb für das Kommunikationssystem CDMA-800 oder das analoge AMPS ausgelegt sein. Das dritte Kommunikationssystem kann dann beispielsweise EGSM sein. Der in der Fig. 8 dargestellte Schalter S2' ist optional und kann dazu dienen, zweites oder drittes Kommunikationssystem mit einem gemeinsamen LNA zu verbinden, bzw. den LNA entweder mit dem Empfangsfilter FR3 des dritten Kommunikationssystems oder dem Rx-Eingang des Duplexers DU zu verbinden.

[0037] Am Hochpassausgang des Duplexers DI ist ein Mehrfachschalter S1 angeordnet, der zum einen zwischen den Teilfilterpaaren des gesplitteten Duplexers des Teilsystems a1 umschaltet und darüber hinaus den Duplexer wahlweise noch mit einem Empfangsfilter FR4 für ein viertes Kommunikationssystem und einem Sendefilter FT4,5 verbindet, welches als Sendefilter für das vierte Kommunikationssystem ausgelegt ist. Auch hier ist das Sendefilter FT4,5 vorteilhaft als Tiefpassfilter ausgebildet. Das vierte Kommunikationssystem ist ein gemischtes FDD/TDD-System, das zum Senden und Empfangen in unterschiedlichen Zeitschlitzten und Frequenzbereichen arbeitet, zwischen denen der Schalter S1 in den Schaltpositionen 4 und 3 umschaltet. [0038] Die Schaltpositionen 1 und 2 des Schalters S1 schalten zwischen Teilfilterpaaren FR1/FT1 und FR2/FT2 um, je nachdem, welches Teilfilterpaar bzw. welcher Frequenzteilbereich dem zugewiesenen Kanal für eine Kommunikationsverbindung mit dem ersten Kommunikationssystem zugeordnet ist.

[0039] Das Teilsystem a1 kann z. B. für CDMA-1900 ausgelegt sein, während das vierte Kommunikationssystem in einem frequenzmäßig benachbarten Bereich arbeitet und beispielsweise für GSM-1800 ausgelegt ist. Gleichzeitig ist die Schaltung so ausgeführt, daß ohne weitere Änderungen der Betrieb der Komponenten und Systeme in einem fünften Kommunikationssystem realisiert werden kann, welches ebenfalls mit einem gemischten FDD/TDD-Betrieb arbeitet. So kann die Schaltung beispielsweise für TDMA-1900 oder GSM-1900 als fünftes Kommunikationssystem ausgelegt

sein. Für den Sendebetrieb kann dieses Kommunikationssystem als gemeinsames Sendefilter das Sendefilter FT4,5 verwenden, als Empfangsfilter können die Duplexerteilfilter des gesplitteten Duplexers FR1 und FR2 verwendet werden. Für den Betrieb im fünften Kommunikationssystem ist es möglich aber nicht erforderlich, die Sendefilter FT1 und FT2 über zusätzliche, in der Figur nicht eingezeichnete, Schalter abzutrennen, so daß der gesplittete Duplexer nicht als Duplexer, sondern als reines Empfangsfilter betrieben wird. Die beiden weiteren Schalter S1' und S1'' verbinden Sende- und Empfangsverstärker mit den entsprechenden Teilfiltern des gesplitteten Duplexers, wobei die Schalterstellung dem anliegenden Kanal entspricht bzw. welchem Teilfilterpaar der Kanal einer anliegenden Kommunikationsverbindung zugeordnet ist. Zum Umschalten in einen Kanal, der einem anderen Teilfilterpaar zugeordnet ist, ist ein synchrones Umschalten der beiden Schalter S1' und S1'' erforderlich.

[0040] Im gemischten FDD/TDD-Betrieb des fünften Kommunikationssystems ist die Anforderung an die Unterdrückung des zugehörigen Rx-Bandes geringer. Dadurch ist es möglich, für das Sendefilter FT4,5 anstelle eines Bandpassfilters ein weniger nahselektives Tiefpassfilter einzusetzen. Dies reduziert die Einfügedämpfung im Tx-Pfad deutlich. Die für den Empfangsbetrieb genutzten Empfangsfilter des gesplitteten Duplexers haben aufgrund der reduzierten Bandbreite ebenfalls eine verbesserte Einfügedämpfung, und sind daher gegenüber einem breitbandigeren Filter bevorzugt.

[0041] In der Fig. 9 ist das Teilsystem a aus Fig. 7 mit PIN-Dioden D1 bis D6 als Schalter und mit als Impedanztransformatoren wirkende  $\lambda/4$  Streifenleitungen TL1 bis TL4 dargestellt. Als Ausgangsanpassung der Teilfilter FT1 und FT2 sind zwei Serienkondensatoren CS1 und CS2 angeordnet. Anstelle der Kondensatoren können auch andere passive Anpassnetzwerke eingesetzt werden.

[0042] Die Figur zeigt auch die spezifischen Schaltfunktionen für den in Fig. 7 schematisch dargestellten Duplexer mit reduziertem Duplexerabstand. Die Elemente  $R_b$ ,  $L_b$  und  $C_{bias}$  dienen der Gleichstromzufuhr für die Dioden und trennen die HF-Funktion von der Steuerung. Der Steuerstrom wird am Anschluß V1/2 eingespeist. Optional ist es auch möglich, anstelle dieser Schaltelemente einen gemeinsamen Widerstand und eine gemeinsame Drosselspule mit nachfolgender Verzweigung auf die Dioden D1, D3 und D5 zu verwenden, um diese mit der Steuerspannung zu versorgen und anzusteuern.

[0043] In Abhängigkeit von der am Punkt V1/2 anliegenden Steuerspannung werden die Dioden auf leitend oder nicht leitend gestellt. Wenn die Steuerspannung V1/2 auf Potential High liegt, leiten alle 6 Dioden, und die Filter FT2 und RT2 sind angeschlossen. Liegt am Punkt V1/2 Steuerpotential LOW, so leitet keine Diode, die Filter FT1 und FR1 sind angeschaltet.

[0044] Fig. 10 zeigt eine Ausgestaltung eines Duplexers mit einer  $\lambda/4$  Streifenleitung. Der Duplexer besteht aus zwei parallelen als Bandpassfilter ausgebildeten Teilfiltern, dem Empfangsfilter IR und dem Sendefilter TT. In dem parallelen Zweig des Empfangsfilters TR ist ein  $\lambda/4$  Leitungstransformator TL angeordnet, der die beiden parallelen Zweige entkoppelt. Der Leitungstransformator TL bewirkt bei der Sendefrequenz einen Leerlauf, der das Sendesignal vom Empfangsfilter TR und dem sich daran anschließenden LNA gegenüber HF isoliert.

[0045] Obwohl ein solcher Duplexer primär zum Betrieb in reinem FDD-Modus ausgelegt ist, wobei Senden und Empfangen in unterschiedlichen Bändern erfolgt, so ist er doch auch in gemischtem FDD/TDD-Modus betreibbar. Für

diesen gemischten Betrieb sind keine zusätzlichen Schaltelemente oder Änderungen der gegebenen Schaltung erforderlich. Wie bereits erwähnt, können alle in dieser und den vorhergehenden Figuren dargestellten Bandpassfilter sowohl in OFW-Technik als auch in FBAR-Technik, MWK-Technik oder in einer beliebigen anderen HF-Filtertechnik ausgeführt sein. Außerdem können die Komponenten in verschiedenen Integrationsstufen auf gemeinsamen Substraten oder mehrere Substrate zu Modulen zusammengefaßt sein. Als Substratmaterial sind Leiterplattenmaterial, insbesondere FR4-Material, sowie LTCC-Keramik geeignet. Die für die Schalter und die aktiven Bauelemente erforderlichen Transformationsleitungen, die low pass Filter für den gemischten FDD/TDD-Betrieb in den unterschiedlichen Bändern, die Hochpass-/Tiefpasskombinationen in den Duplexern und ggf. Richtkoppler zur Detektion der Ausgangsleistung an den Sendeeingängen können dabei teilweise oder komplett in die Multilayer-Struktur des Substrats integriert sein.

[0046] Die Bias-Elemente, also die Entkopplungselemente zwischen dem Gleichspannungs- und dem Hochfrequenzteil der Schaltung, können ebenfalls sowohl als diskrete SMD-Bauelemente auf das Substrat montiert sein, als auch mittels geeigneter Strukturen in ein Mehrlagensubstrat eingebettet oder dort nachgebildet sein. Auch ist es möglich, die Bias-Elemente auf eigenen Substraten zu erzeugen, und diese Substrate mittels Flipchip-Montage auf einem größeren Substrat für ein Modul oder Teilmodul aufzubringen.

[0047] Erfindungsgemäße Frontend-Schaltungen sind für Kommunikations-Endgeräte geeignet, die einen Dualband-Dualmode- oder einen Multiband-Multimode-Betrieb zulassen. Im Dualband-Betrieb ist eine Frontend-Schaltung nach Fig. 7 beispielsweise zum Betrieb nach CDMA-800 und CDMA-1900 gemäß IS95 geeignet. Eine weitere Dualband-Anwendung kann in den Kommunikationssystemen TDMA-800 und TDMA-1900 gemäß IS136 ausgelegt sein. Die beiden Dualband-Anwendungen können so modifiziert sein, daß sie im 800 MHz Band als zweiten Übertragungsmodus ein analoges FM-moduliertes AMPS zulassen.

[0048] Im Multimode-Betrieb können die um AMPS ergänzten Dualmode-Systeme zusätzlich noch für GSM-1900 ausgelegt werden. In einer weiteren Erweiterungsstufe ist es möglich, die vorhandene Filterarchitektur zusätzlich für GSM-1800 und in noch weiterer Ausbaustufe für EGSM auszuliegen. In dieser Integrationsstufe werden die vorhandenen Filter mehrfach für unterschiedliche, im gleichen Übertragungsband arbeitende Kommunikationssysteme benutzt. Als höchste Ausbaustufe wird vorgeschlagen, die erfindungsgemäße Frontend-Schaltung so auszuliegen, daß sie in allen genannten Kommunikationssystemen betrieben werden kann.

[0049] Bei der erfindungsgemäßen Frontend-Schaltung wird dasjenige System, welches in reinem FDD- oder in gemischtem FDD/TDD-Betrieb arbeitet und den kleinsten Duplexerabstand aufweist, erfindungsgemäß mit dem gesplitteten Duplexer verwirklicht. Das oder die weiteren Kommunikationssysteme, die in reinem FDD- oder ebenfalls in gemischtem FDD/TDD-Betrieb arbeiten können, und einen größeren Duplexerabstand aufweisen, können mit einem normalen, aus einem Sende- und einem Empfangsfilter bestehenden Duplexer verwirklicht werden.

[0050] Bei im gleichen Übertragungsband arbeitenden Kommunikationssystemen können alle Filter eines ersten auch vom zweiten Systemen mitgenutzt werden. Bei einander benachbarten Übertragungsfrequenzen (beispielsweise 1800/1900 MHz) kann zumindest das Sendefilter in Form eines Tiefpassfilters gemeinsam benutzt werden.

[0051] Weit voneinander entfernte Kommunikationssy-

steme, beispielsweise 800/1900 MHz, benötigen in jedem Fall eigene Filter. Diese können jedoch mit einem weiteren Kommunikationssystem im gleichen oder einem naheliegenden Übertragungsband kombiniert werden, wobei eine teilweise oder vollständige Mitbenutzung der Filter für diese beiden Kommunikationssysteme möglich ist.

[0052] Die Erfindung gibt Verschaltungsmöglichkeiten für solche im Multiband-Multimode-Betrieb geeignete Frontend-Schaltungen an, die insbesondere für Kombinationen unterschiedlicher Kommunikationssysteme geeignet sind, von denen eines einen kleinen Duplexerabstand aufweisen kann.

#### Patentansprüche

1. Frontendschaltung für ein Kommunikationsendgerät, das für ein erstes und ein zweites drahtloses Kommunikationssystem ausgebildet ist wobei je Kommunikationssystem für das Sende- und das Empfangsband (Tx, Rx) bzw. für Sende- und Empfangssignal unterschiedliche Filter (FR, FT) als Eingangs- und Ausgangsfilter vorgesehen sind, mit einem Duplexer (DU) zum Trennen von erstem Sende- (Tx) und erstem Empfangsband (Rx) des ersten Kommunikationssystems, wobei zumindest einer aus Eingangs- und Ausgangsfilter des ersten Kommunikationssystems als gesplittetes Filter mit zumindest zwei, benachbarte Frequenzteilbereiche des ersten Sende- bzw. Empfangsbands abdeckenden Teilfiltern (FR1, FT1; FR2, FT2; ...; FRn, FTn) ausgebildet ist.
2. Schaltung nach Anspruch 1, bei der der Duplexer (DU) mit einem Schalter (S) zum Umschalten zwischen den Teilfiltern (FR1, FR2; FT1, FT2) und damit zwischen den Frequenzteilbereichen (Rx1, Rx2; Tx1, Tx2) verbunden ist.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Filter (FT2, FR2) für das zweite Kommunikationssystem und der Duplexer (DU) für das erste Kommunikationssystem antannenseitig mit den beiden Ausgängen eines Duplexers (DI) verbunden sind.
4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1-3, bei der zumindest für die zwei Frequenzbänder (Rx, Tx) des ersten Kommunikationssystems als Eingangs- und/oder Ausgangsfilter dienende gesplittete Oberflächenwellenfilter (FR1, FR2; FT1, FT2) vorgesehen und als Duplexer (DU) verschaltet sind.
5. Schaltung nach Anspruch 4, mit jeweils zumindest zwei, benachbarte Frequenzteilbereiche (Rx1, Rx2; Tx1, Tx2) des Sende- bzw. Empfangsbands (Rx, Tx) abdeckenden Teilfiltern (FR1, FR2, FT1, FT2), bei der jeweils ein Teilfilter des Sendebands (Tx) und ein Teilfilter des Empfangsbands (Rx) ein Teilfilterpaar bilden bei der Schalter (S) zum Umschalten zwischen den zumindest zwei Teilfilterpaaren (FR1, FT1; FR2, FT2) vorgesehen sind.
6. Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei der sämtliche Ein- und Ausgangsfilter (FR, FT), der oder die Schalter (S) und der Diplexer (DI) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.
7. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der sämtliche Ein- und Ausgangsfilter (FR, FT) auf einem gemeinsamen piezoelektrischen Substrat ausgebildet sind.
8. Schaltung nach einem der Ansprüche 1-7, bei der

das Substratmaterial mindestens eines aus Ein- und Ausgangsfilter Lithiumtantalat rot y mit einem Schnittwinkel von 35 bis 44° - LT35-44 - umfasst.

9. Schaltung nach einem der Ansprüche 1-7, bei der das Substratmaterial mindestens eines aus Ein- und Ausgangsfilter des ersten Kommunikationssystems Lithiumniobat rot y mit einem Schnittwinkel von 60 bis 70° - LN60-70 - und insbesondere mit einem Schnittwinkel nahe 64° - LN64 - ist.

10. Schaltung nach Anspruch 8 und 9, bei der das Substratmaterial für das Eingangsfilter des ersten Kommunikationssystems LN64 und das Substratmaterial für das Ausgangsfilter LT35-44 umfasst.

11. Schaltung nach einem der Ansprüche 3-10, bei der Filter für ein drittes Kommunikationssystem vorgesehen sind, die über einen Umschalter (S) mit der Antenne (A) oder dem Diplexer (DI) verschaltet sind.

12. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der ein zusätzliches Tiefpassfilter und ein Schalter vorgesehen ist, der in einem gemischten FDD/TDD Duplexmodus zwischen den zumindest zwei Empfangsfiltern des Duplexers als Empfangsfiltern und dem zusätzlichen Tiefpassfilter als Sendefilter schalten kann und den Betrieb der Schaltung für ein drittes Kommunikationssystem mit gemischtem FDD/TDD Duplexmodus ermöglicht.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



FIG 1

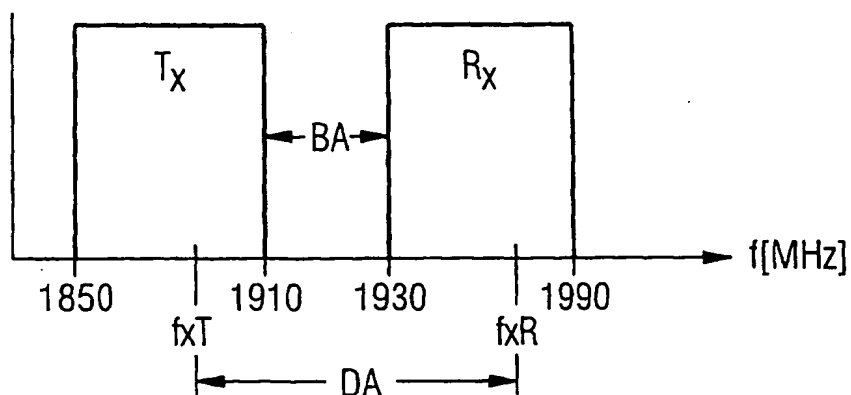


FIG 2

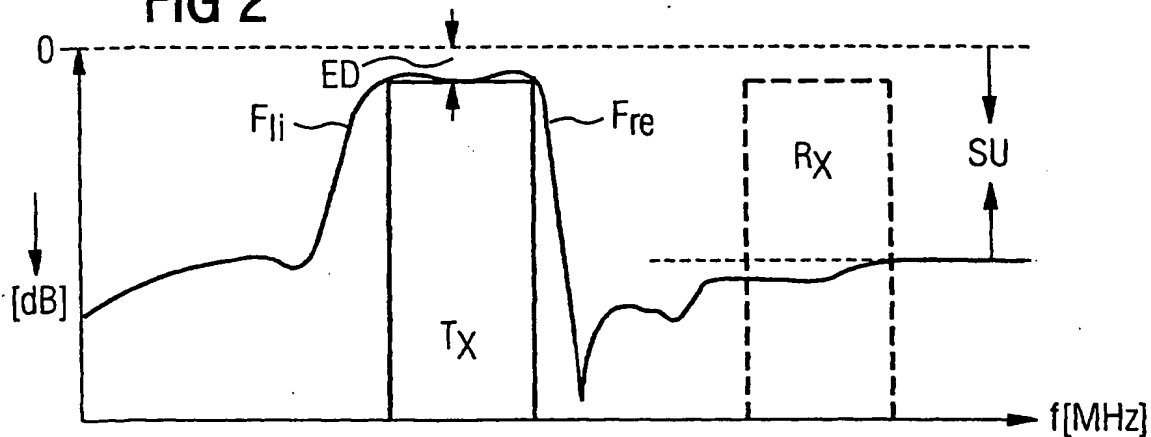


FIG 3

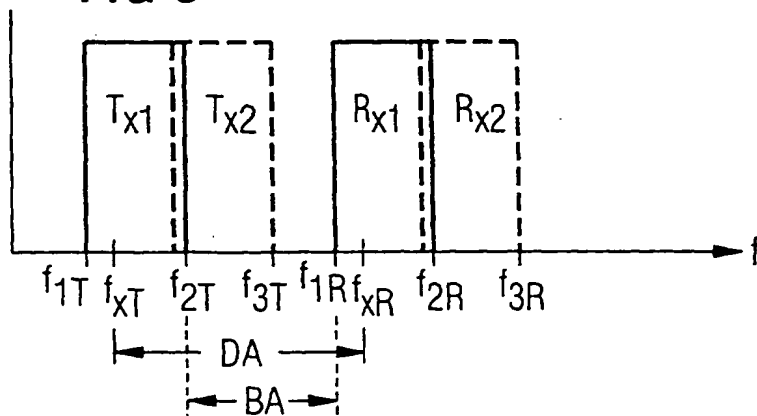


FIG 4

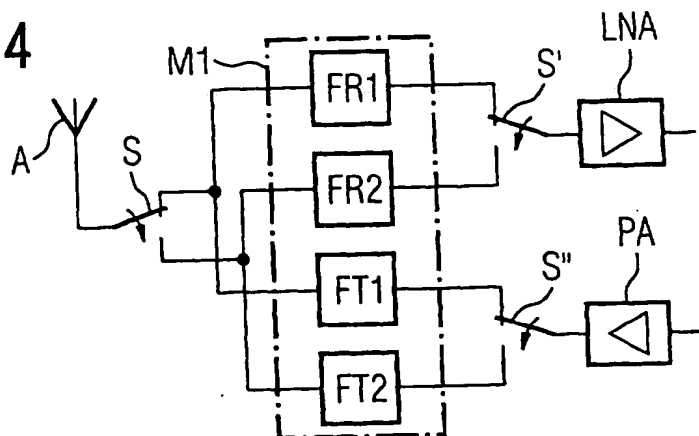


FIG 5

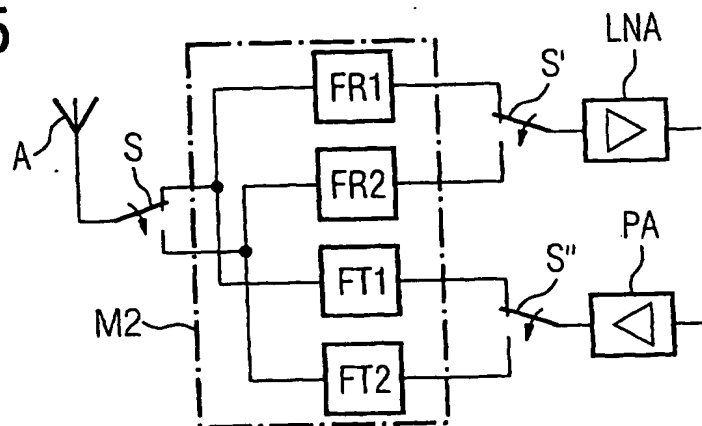


FIG 6

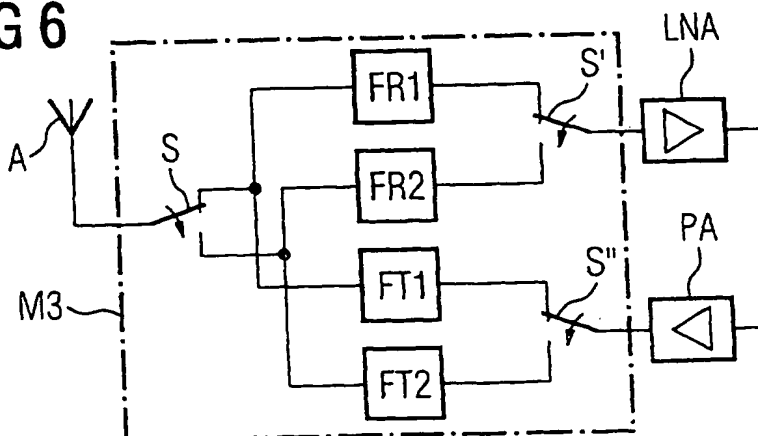


FIG 7

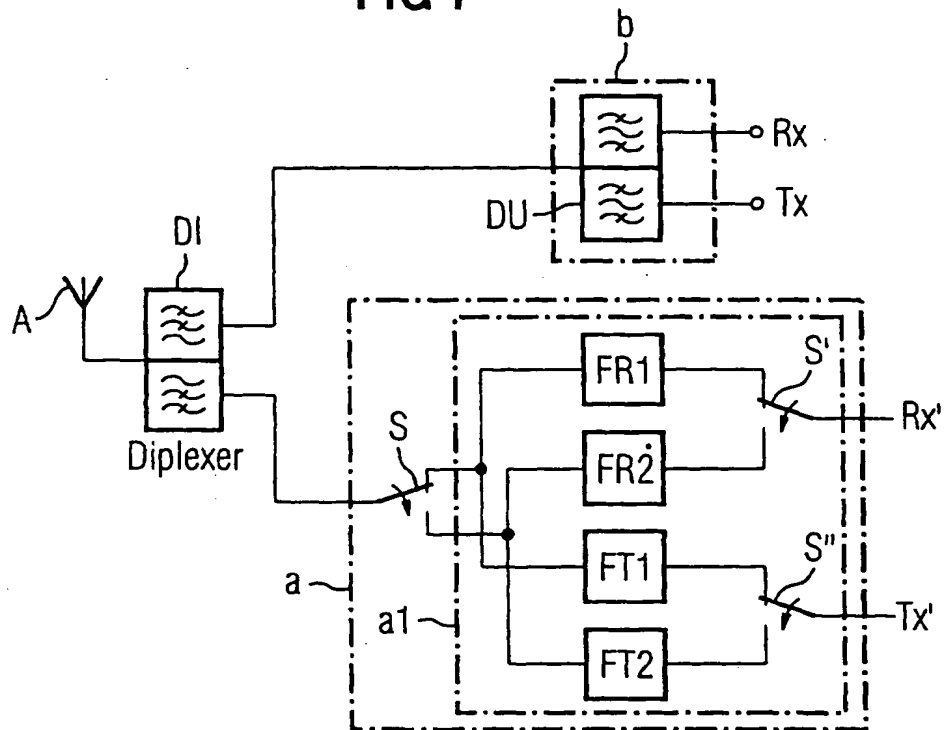


FIG 8

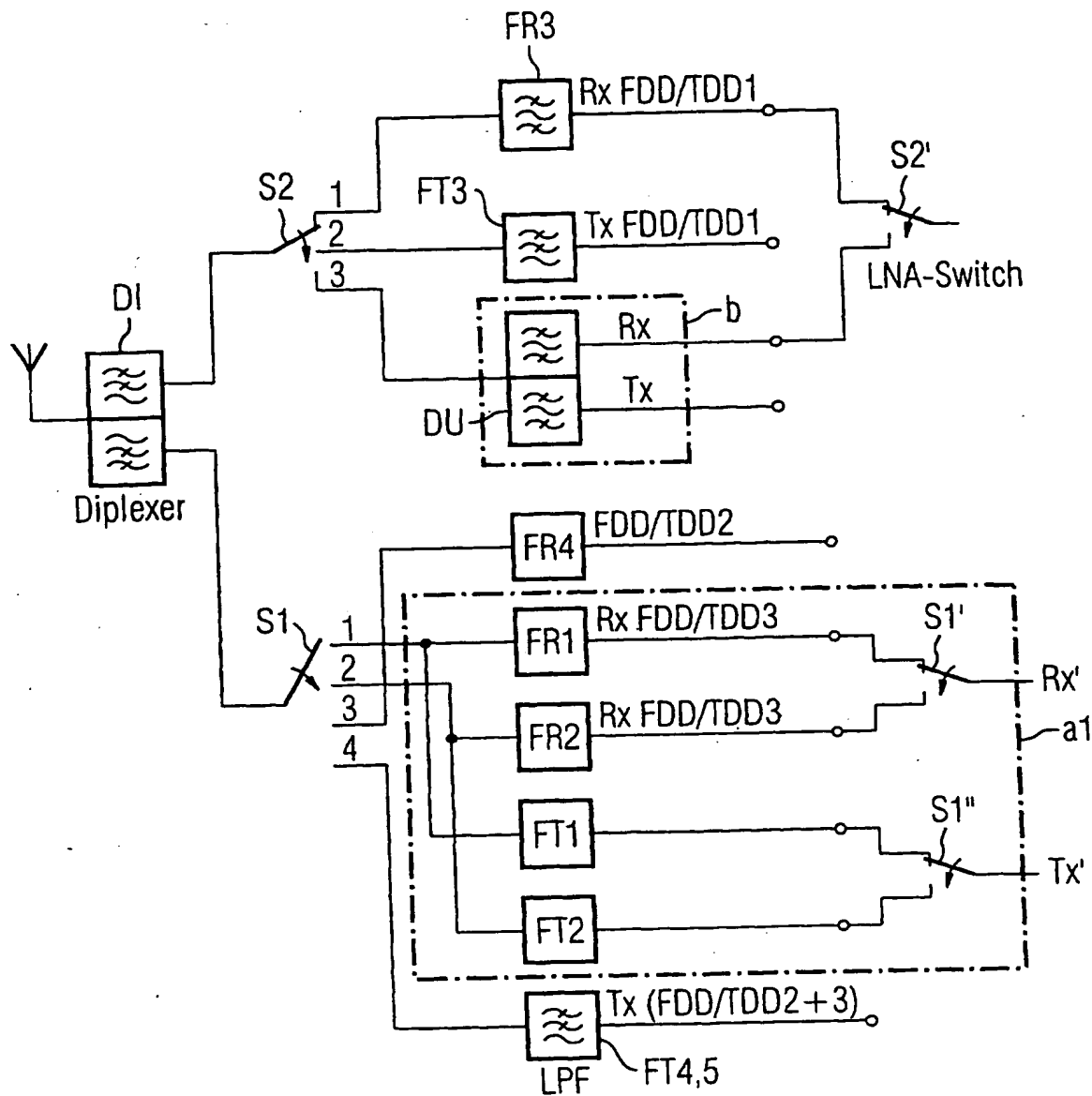


FIG 9

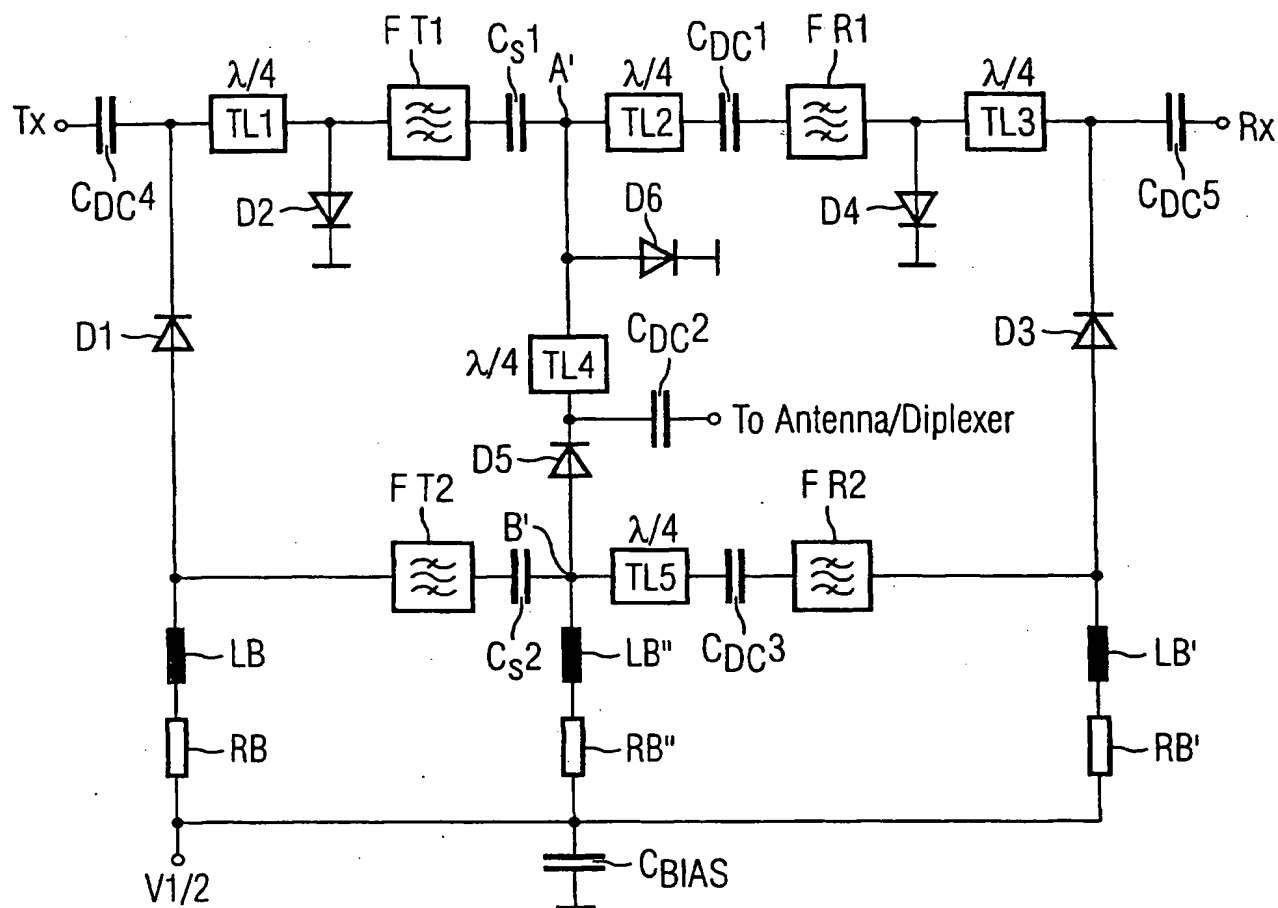


FIG 10

